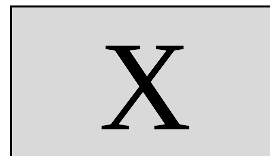


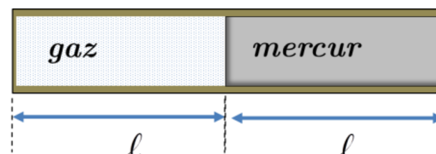
MINISTERUL EDUCAȚIEI CERCETĂRII TINERETULUI ȘI SPORTULUI

Olimpiada de Fizică
Etapa pe județ
15 ianuarie 2011
Subiecte



Subiectul 1

A. Un tub subțire, închis la un capăt, conține gaz separat de exterior printr-o coloană de mercur (vezi figura). Presiunea atmosferică este $p_0 = 750$ torr iar $\ell = 50$ cm.



Considerând temperatura constantă, determină lungimea coloanei de gaz dacă tubul:

a) se așează vertical cu deschiderea în sus;

b) se așează vertical cu deschiderea în jos.

c) În situația de la punctul *a)* de câte ori trebuie să crească temperatura gazului pentru ca tubul să fie din nou plin?

B. Un cilindru izolat adiabatic este împărțit în două compartimente printr-un perete termoizolator. Într-un compartiment se găsesc ν_1 moli de gaz monoatomic ($C_{V1}=1{,}5\,R$) iar în celălalt $\nu_2=1{,}2\nu_1$ moli de gaz diatomic ($C_{V2}=2{,}5\,R$). Gazele se găsesc la temperaturi diferite $t_1=27°$C, respectiv t_2. Dacă cele două gaze ar urma transformări izoterme la temperaturile de mai sus, reprezentările grafice $p=f(V)$ ar coincide.

Calculează:

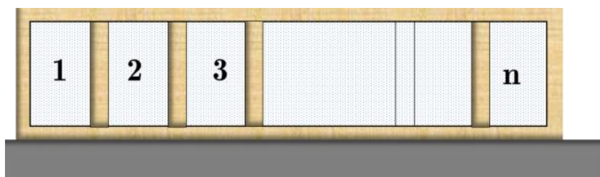
a) temperatura t_2;

b) temperatura amestecului după ce se înlătură peretele dintre cele două compartimente.

Subiectul 2

A. O picătură sferică de apă având diametrul D=0,4 mm cade de la mare înălţime. Asupra sa se exercită din partea aerului o forţă rezistentă a cărei expresie este dată de relaţia: $\vec{F} = -0{,}06\pi D^2 \rho_{aer} v\vec{v}$, unde ρ_{aer} reprezintă densitatea aerului iar v viteza picăturii.

Calculează variația temperaturii picăturii în timpul Δt=10s de cădere cu viteză constantă, dacă o fracţiune f=40% din căldura degajată prin frecare este folosită în procesul de încălzire a picăturii. Se cunoaşte densitatea aerului $\rho_{aer} = 1{,}3\,\text{kg/m}^3$, densitatea apei $\rho_{apă} = 1000\,\text{kg/m}^3$, acceleraţia gravitaţională $g=10\,\text{m/s}^2$ şi căldura specifică a apei c=4180 J/kgK. Se neglijează acţiunea forţelor arhimedice.



B. Un cilindru de masă M închis la ambele capete este despărţit în n compartimente egale prin intermediul a n-1 pistoane termoconductoare fiecare cu masa m. Fiecare compartiment conţine o cantitate ν dintr-un amestec de gaze monoatomice ($C_{V1}=1{,}5\,R$) şi gaze diatomice ($C_{V2}=2{,}5\,R$) având exponentul adiabatic $\gamma=1{,}5$. Cilindrul, aşezat pe o suprafaţă orizontală lipsită de frecări, izolează adiabatic sistemul de mediul exterior iar frecările dintre pistoane şi cilindru se neglijează. Volumul total ocupat de gaz este V iar masa gazului se neglijează în raport cu masa cilindrului şi a pistonului.

a) Calculează fracţiunea f de gaz monoatomic din fiecare incintă.

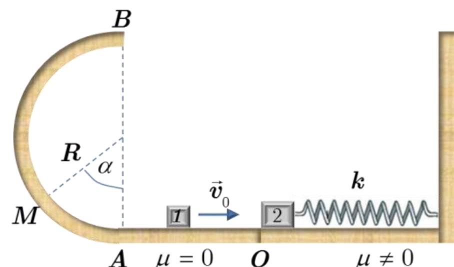
b) Printr-un mic impuls i se imprimă cilindrului, aflat în repaus, viteza v în lungul acestuia. Stabileşte expresia variaţiei temperaturii gazului atunci când încetează mişcarea pistoanelor în raport cu cilindrul.

c) La un moment dat gazul din primul compartiment al cilindrului, aflat în repaus, disociază în totalitate (restul gazului rămânând nedisociat). Stabileşte expresia presiunii finale care se stabileşte în sistem.

---

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerinţele a, b, respectiv c.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Subiectul 3. *Mecanică*



O săniuță, de masă $\boldsymbol{m_1}$=2 kg, alunecă pe zăpadă (poți neglija frecările) cu viteza $\boldsymbol{v_0}$=10 m/s, pe suprafața orizontală AO (vezi figura). Ea ciocneşte un opritor, de masă $\boldsymbol{m_2}$=6 kg, aflat în repaus în punctul O. Opritorul este legat de un perete fix printr-un resort de constantă elastică $\boldsymbol{k}$=300 N/m. Coeficientul de frecare la alunecare dintre opritor și suprafața de mișcare are valoarea $\boldsymbol{\mu}$=0,5. Consideră corpurile punctiforme și $\boldsymbol{g}$=10 m/s^2.

Determină:

a) vitezele corpurilor imediat după ciocnirea lor perfect elastică;
b) distanța străbătută de opritor până la prima sa oprire;
c) viteza maximă atinsă de opritor după prima sa oprire și locul în care atinge această viteză;
d) forța cu care împinge săniuța în jgheabul semicircular AMB atunci când α=60°, dacă $\boldsymbol{R}$=1 m; mișcarea pe jgheab se face fără frecare.
e) raza minimă a jgheabului semicircular AMB pentru ca săniuța să poată să ajungă până în punctul B;
f) în ce punct al suprafeței orizontale revine săniuța după trecerea prin punctul ***B***, în condițiile subpunctului anterior.

Subiect propus de

prof. Seryl Talpalaru,	*CNER – Iași*
prof. dr. Constantin Corega,	*CNER – Cluj-Napoca*
prof. Ion Toma	*CNMV – București*



MINISTERUL
EDUCAȚIEI
CERCETĂRII
TINERETULUI
ȘI SPORTULUI

Olimpiada de Fizică
Etapa pe județ
15 ianuarie 2011
Barem

X

Subiectul 1	**Parţial**	**Punctaj**
Barem subiect 1		**10**
Subiect A	**3**	
a) $p_0\ell = (p_0 + \ell)x_1$, $x_1 = \ell\dfrac{p_0}{p_0 + \ell}$, $x_1 = 30\,\text{cm}$	**1,5 p**	**4,5 p**
b) $p_0\ell = \left[p_0 - (2\ell - x_2)\right]x_2$, $x_2 = 75\,\text{cm}$ Soluția matematică $x_2 = -50\,\text{cm}$ nu are sens fizic.	**1,5 p**	
c) Transformare izobară: $\dfrac{T'}{T} = \dfrac{\ell}{x_1}$, $\dfrac{T'}{T} = \dfrac{5}{3}$,	**1,5 p**	
Subiect B		
Deoarece izotermele coincid putem scrie: $\nu_1 T_1 = \nu_2 T_2$	**1,5 p**	**4,5 p**
$T_2 = T_1\dfrac{\nu_1}{\nu_2}, T_2 = 250\,\text{K}$	**0,5 p**	
Conservarea energiei: $\nu_1 C_{V1}T_1 + \nu_2 C_{V2}T_2 = \left(\nu_1 C_{V1} + \nu_2 C_{V2}\right)T$	**1,5 p**	
Astfel $T = \dfrac{3\nu_1 T_1 + 6\nu_1 T_2}{3\nu_1 + 6\nu_1}$, $T_2 = 266,6\,\text{K}$	**1**	
Oficiu		**1**

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporţional cu conţinutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.



MINISTERUL EDUCAȚIEI CERCETĂRII TINERETULUI ȘI SPORTULUI

Olimpiada de Fizică
Etapa pe județ
15 ianuarie 2011
Barem

X

Subiectul 2.	**Parţial**	**Punctaj**
2. Barem subiect 2		**10**
Subiectul 2A		
Viteza de cădere devine constantă atunci când greutatea picăturii devine egală cu forţa rezistentă exercitată din partea aerului	**0,5 p**	**2,5 p**
$mg = 0,06\pi D^2 \rho_{aer} v^2$	**0,25 p**	
$v = \frac{1}{D}\sqrt{\frac{mg}{0,06\pi\rho_{aer}}}$	**0,25 p**	
Căldura degajată este egală cu lucrul mecanic efectuat de forţa de rezistenţă; o fracţiune *f* din aceasta determină încălzirea picăturii	**0,5 p**	
$mc \cdot \Delta\theta = fmgv \cdot \Delta t$	**0,5 p**	
$\Delta\theta = \frac{fg \cdot \Delta t}{cD}\sqrt{\frac{mg}{0,06\pi\rho_{aer}}} = \frac{fg \cdot \Delta t}{c}\sqrt{\frac{\rho_{apa} Dg}{0,36\rho_{aer}}} = 0,028\,\text{grade}$	**0,5 p**	
Subiectul 2B		
a) Pentru amestecul de gaze $C_V = \frac{\nu_1 C_{V1} + \nu_2 C_{V2}}{\nu_1 + \nu_2} = fC_{V1} + (1-f)C_{V2}$	**0,5 p**	**1,5 p**
Cum $C_V = \frac{R}{\gamma - 1} = 2R$	**0,5 p**	
rezultă $f = 0,5\ (\nu_1 = \nu_2\,!)$	**0,5 p**	
b) Din legea de conservare a impulsului: $Mv = \left[(n-1)m + M\right]v'$	**0,5 p**	**2,0 p**
rezultă $v' = \frac{Mv}{(n-1)m + M}$	**0,5 p**	
Din legea conservării energiei avem $\frac{n\nu RT}{\gamma - 1} + \frac{Mv^2}{2} = \frac{n\nu RT'}{\gamma - 1} + \frac{\left[M + (n-1)m\right]v'^2}{2}$	**0,5 p**	
Rezultă $\Delta T = \frac{mMv^2(\gamma - 1)(n-1)}{2\left[(n-1)m + M\right]\nu nR}$	**0,5 p**	
c) În urma disocierii numărul de moli din prima incintă devine $\nu' = 1,5\nu$	**0,25 p**	**3,0 p**
În cilindru se află acum $\nu_1 = 3\frac{\nu}{2} + (n-1)\frac{\nu}{2} = (n+2)\frac{\nu}{2}$ monoatomic şi $\nu_2 = (n-1)\frac{\nu}{2}$ gaz biatomic $\Rightarrow \nu_{final} = (n + 0,5)\nu$	**0,25 p**	
Sistemul fiind izolat, energia internă se conservă	**0,5 p**	
$n\frac{\nu}{2}\frac{3}{2}RT + n\frac{\nu}{2}\frac{5}{2}RT = (n+2)\frac{\nu}{2}\frac{3}{2}RT' + (n-1)\frac{\nu}{2}\frac{5}{2}RT'$	**0,5 p**	
Temperatura comună din cilindru după disociere va fi:	**0,5 p**	

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporţional cu conţinutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

$T' = \frac{3n+5n}{3(n+2)+5(n-1)}T = \frac{8n}{8n+1}T$		
Ecuația termică de stare pentru întregul sistem $p'V = (n+0,5)\nu RT'$	**0,5 p**	
$p' = \frac{8n(n+0,5)}{8n+1}\cdot\frac{\nu RT}{V}$	**0,5 p**	
Oficiu		**1**

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporţional cu conţinutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.

Subiect 3	**Parţial**	**Punctaj**
3. Barem subiect 3		**10**
a) Conservarea impulsului $m_1 v_0 = m_1 v_1 + m_2 v_2$	**0,5 p**	**2**
Conservarea energiei $\frac{1}{2} m_1 v_0^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2$	**0,5 p**	
Săniuţa se întoarce cu viteza $v_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_0$; $v_1 = -\frac{v_0}{2} = -5\,\mathrm{m/s}$	**0,5 p**	
Opritorul începe să se mişte cu viteza $v_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_0$, $v_2 = \frac{v_0}{2} = 5\,\mathrm{m/s}$	**0,5 p**	
b) $\Delta E_c = L_{frecare} + L_{elastic}$	**0,5 p**	**2,5**
$L_{frecare} = -\mu m_2 g x_M$	**0,5 p**	
$L_{elastic} = -\frac{1}{2} k x_M^2$	**0,5 p**	
$\frac{1}{2} k x_M^2 + \mu m_2 g x_M - \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = 0$	**0,5 p**	
Soluţia pozitivă $x_M = 61,4\,\mathrm{cm}$	**0,5 p**	
c) Viteza maximă: la sfârşitul mişcării accelerate când $\mu m_2 g = k x_0$, $x_0 = 10\,\mathrm{cm}$	**0,5 p**	**1,5**
$\frac{1}{2} m_2 v_{2\max}^2 = \frac{1}{2} m_2 v_0^2 - \frac{1}{2} k x_0^2 - \mu m_2 g (2x_M - x_0)$	**0,5 p**	
$v_{2\max} = 3,64\,\mathrm{m/s}$	**0,5 p**	
d) $N = m_1 g \cos\alpha + \frac{m_1 v^2}{R}$	**0,5 p**	**1,5**
$\frac{1}{2} m_1 v^2 - \frac{1}{2} m_1 v_1^2 = -m_1 g R \left(1 - \cos\alpha\right)$	**0,5 p**	
$N = \frac{m_1 v_1^2}{R} - m_1 g (2 - 3\cos\alpha)$, $N = 40\,\mathrm{N}$	**0,5 p**	
e) $N(180°) \geq 0 \Rightarrow R \leq \frac{v_1^2}{5g} = 0,5\,\mathrm{m}$	**0,5 p**	**0,5**
f) $d = v_B t$, $t = \sqrt{\frac{2(2R)}{g}}$, $v_B = \sqrt{v_1^2 - 4gR}$, $d = 1\,\mathrm{m}$	**1,0 p**	**1,0**
Oficiu		**1**

Barem propus de *prof. Seryl Talpalaru,* *CNER – Iași*
prof. dr. Constantin Corega, *CNER – Cluj-Napoca*
prof. Ion Toma *CNMV – București*

1. Orice rezolvare corectă ce ajunge la rezultatul corect va primi punctajul maxim pe itemul respectiv.
2. Orice rezolvare corectă, dar care nu ajunge la rezultatul final, va fi punctată corespunzător, proporţional cu conţinutul de idei prezent în partea cuprinsă în lucrare din totalul celor ce ar fi trebuit aplicate pentru a ajunge la rezultat, prin metoda aleasă de elev.